Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

محاكاة نظام تحكم ذكي باستخدام متحكم اردوينو لتنظيم عملية تعبئة شاحنات الوقود في مستودعات المصافي

مصطفى اسميو [1] * , اسامة سالم الشريرى [2]

[1] كلية العلوم التقنية مصراته، مصراته، ليبيا smaiw002@gmail.com,

[2] كلية العلوم التقنية مصراته، مصراته، ليبيا , alsherari_salem@yahoo.com

*Corresponding author: smaiw002@gmail.com

Received: 17 Aug 2025	Accepted: 29 Aug 2025	Published: 12 Sep 2025

الملخص

يتناول هذا البحث مشكلة واقعية تتعلق بأتمتة عملية تعبئة شاحنات الوقود في المستودع الرئيسي للمصافي النفطية، حيث تُدار حالياً عمليات تعبئة أسطول متنوع من الشاحنات متعددة المقصورات بطريقة يدوية. ومن أجل تحسين كفاءة هذه العمليات وتقليل الخطأ البشري، تم تصميم وتطوير نظام آلي يعتمد على لوحة Arduino Uno R3 كمتحكم دقيق رئيسي.

تم إنشاء نموذج تعبئة ذكي يهدف إلى توزيع أنواع الوقود المختلفة على مقصورات الشاحنات بكفاءة، كجزء من استراتيجية تحسين مسارات التوزيع نقل الوقود. صُمّم هذا النظام ليستخدم عددًا من الحساسات والمشغلات الصناعية لنقل واقع العمل، من بينها حساسات الموجات فوق الصوتية لتحديد موقع الشاحنة بدقة، ومستشعر بالأشعة تحت الحمراء لضمان محاذاة دقيقة لخرطوم التعبئة مع فتحة خزان الوقود، بالإضافة إلى وحدة قياس تتحكم في كمية الوقود المتدفقة. وتعرض البيانات التشغيلية بشكل لحظي على شاشة LCD لمراقبة العملية بدقة واستمرارية. ويهدف هذا النظام المقترح إلى خفض معدلات الخطأ البشري، ورفع مستوى السلامة والكفاءة التشغيلية، خاصةً في بيئة عمل تتسم بارتفاع مستويات الخطورة.

أظهرت نتائج التجارب أن النظام يعمل بكفاءة وموثوقية عالية، وحقق أهدافه في تعزيز السلامة التشغيلية، تقليل الأعطال، وتوفير عملية تعبئة دقيقة وآمنة، مما يسهم في حماية المعدات وضمان سلامة العاملين والسائقين داخل منشآت المصافي.

الكلمات المفتاحية :التعبئة الذكية، تعبئة الوقود، مستشعرات صناعية، الأمان في المصافي النفطية.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

1. المقدمة

تعتبر صناعة النفط والغاز من أهم القطاعات الحيوية للاقتصاد العالمي، ولكنها في الوقت ذاته تعد من بين أكثر البيئات الصناعية خطورة [2][1].تتطلب عمليات تكرير وتخزين ونقل المواد البترولية تطبيق إجراءات سلامة صارمة ومعايير تشغيل دقيقة لضمان حماية الأرواح والممتلكات والبيئة [4][3].تشكل عملية تعبئة شاحنات الوقود في مستودعات المصافي إحدى الحلقات الحرجة في سلسلة التوريد، حيث إن الاعتماد على التدخل البشري اليدوي في هذه العملية قد يؤدي إلى أخطاء فادحة مثل تعبئة كميات غير صحيحة، أو انسكاب الوقود، أو حتى حوادث قد تنجم عن عدم المراقبة الدقيقة.

في العقود الأخيرة، شهد قطاع الأتمتة الصناعية تطورات متسارعة، حيث أصبحت أنظمة التحكم الآلي **أساسًا محوريًا** للعمليات الصناعية الحديثة [7][6][5].تهدف الأتمتة إلى استبدال المهام اليدوية المتكررة بأنظمة ميكانيكية وإلكترونية قادرة على تنفيذ العمليات بدقة وكفاءة عالية وبدون الحاجة لتدخل بشري مباشر [8].يساهم هذا التحول في زيادة الإنتاجية، تحسين جودة المنتج، وخفض التكاليف، والأهم من ذلك، تعزيز مستويات السلامة في بيئة العمل[9].

تستعرض هذه الورقة تصميم وتطبيق نظام تحكم آلي منخفض التكلفة لتعبئة شاحنات الوقود، مستفيداً من المرونة والقدرات التي توفرها منصة الأردوينو مفتوحة المصدر . يهدف المشروع إلى معالجة تحديات السلامة والدقة في عمليات التعبئة اليدوية، وتقديم حل عملي يمكن تطبيقه وتطويره بسهولة في المنشآت الصناعية.

تشير الدراسات إلى أن الأنظمة اليدوية في تعبئة الوقود تتسم بانخفاض الكفاءة التشغيلية حيث أن متوسط زمن التعبئة يزداد بنسبة 20–30% مقارنة بالأنظمة المؤتمتة، إضافةً إلى ارتفاع احتمالية الخطأ البشري في ضبط الكميات إلى أكثر من 7% [1][2]. هذه التحديات تبرز الحاجة الملحة للانتقال إلى أنظمة تحكم آلي أكثر موثوقية

2. منهجية البحث

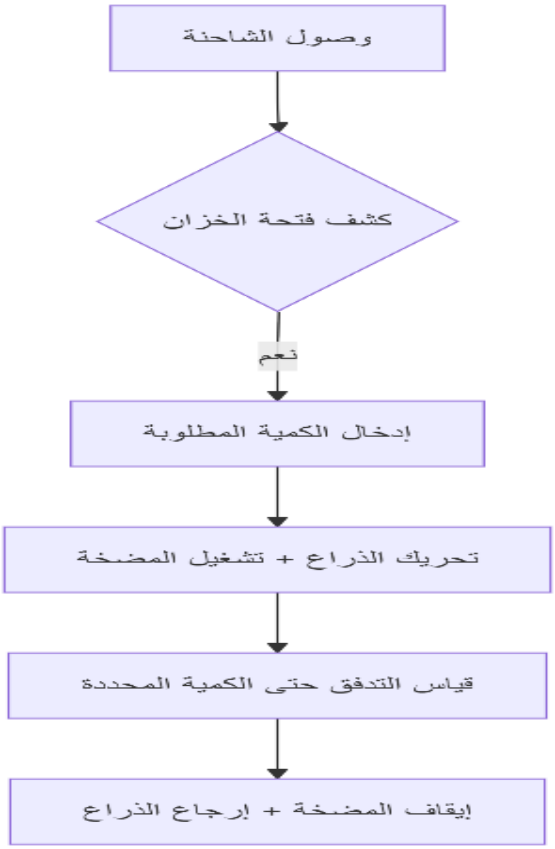
تم اعتماد منهجية التصميم الهندسي في تطوير وتنفيذ النظام المقترح، حيث شملت خطوات العمل تحديد المتطلبات الأساسية، وتصميم المكونات المناسبة، ثم دمجها ضمن نظام متكامل، وصولًا إلى مرحلة البرمجة والاختبار العملي للتحقق من كفاءة الأداء وتحقيق أهداف النظام.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

1.2. تصميم النظام

يعتمد النظام على هيكلية تحكم مركزية **تعمل** من خلال لوحة أردوينو، حيث تتولى جمع البيانات من مجموعة من الحساسات، ثم معالجتها بناءً على منطق برمجي محدد مسبقًا، ليتم بعدها إرسال الأوامر المناسبة إلى المشغلات مثل المحرك والمضخة. يوضح **المخطط الصندوقي (شكل 1)** البنية العامة للنظام، ويعرض المكونات الرئيسية والعلاقات التفاعلية بينها.



شكل 1: المخطط الصندوقي لنظام التحكم

- **وحدة التحكم في العمليات (الأردوينو) :هي العقل المدبر للنظام.**
- **مدخلات النظام:**
  - مصدر الجهد: لتزويد الدائرة بالطاقة.
  - مفتاح التشغيل: لبدء العملية.
  - حساس الموجات فوق الصوتية: لتحديد وصول الشاحنة.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

- حساس الأشعة تحت الحمراء: لتحديد مكان فتحة الخزان.
- حساس تدفق السائل: لقياس كمية الوقود المعبأة.

- **مخرجات النظام:**
  - شاشة العرض :(LCD) لعرض حالة العملية وكمية الوقود.
  - محرك تيار مستمر: لتحريك خرطوم التعبئة.
  - مضخة الوقود: لضخ الوقود إلى خزان الشاحنة.

2.2. المكونات المستخدمة

- **متحكم دقيق :(Arduino Uno R3)** تم اختياره كنواة للنظام لقدرته على التعامل مع المدخلات والمخرجات الرقمية والتناظرية بسهولة، ووجود مجتمع كبير من المطورين والداعمين، وهو المتحكم الرئيسي لجميع العمليات.
- **حساس الموجات فوق الصوتية :(Ultrasonic Sensor – HC–SR04)** يُستخدم لكشف وجود الشاحنة في الموضع الصحيح لبدء عملية التعبئة.

تحقق من تموضع الشاحنة (بواسطة حساس الموجات فوق الصوتية):

$$\text{المسافة} = \frac{v*t}{2} \qquad (1)$$

حيث:

v= سرعة الصوت في الهواء (تقريبًا 343 م/ث أو 0.0343 سم/µs)

t= الزمن المستغرق للنبضة(µs)

- **حساس الأشعة تحت الحمراء :(IR Sensor)** يُستخدم لتحديد الموضع الدقيق لفتحة خزان الشاحنة لضمان المحاذاة الصحيحة لخرطوم التعبئة.

إذا أعطى الحساس إشارة → HIGH الخرطوم بمحاذاة صحيحة

وإلا → أعد التوجيه حتى تتطابق

- **شاشة عرض بلوري سائل :(LCD 16x2)** تُستخدم لعرض معلومات حيوية للمشغل، مثل حالة النظام، والكمية المطلوبة، والكمية التي تم تعبئتها.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

- **محرك تيار مستمر مع جسر H (L293D Motor Driver):** يستخدم للتحكم في حركة ذراع خرطوم التعبئة وتوجيهه نحو فتحة الخزان.
- **مضخة سائل صغيرة (5V DC Pump):** تقوم بضخ الوقود من المستودع إلى خزان الشاحنة.

معادلة التدفق:

$$k * n = Q \quad (2)$$

تستند النظرية الفيزيائية للنظام على معادلة برنولي للتدفق:

$$Q = \mathrm{A.v} = \frac{\pi d^2}{4} . \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (3)$$

حيث:

Q معدل التدفق (m^3/s)

A مساحة المقطع العرضي

فرق الضغط

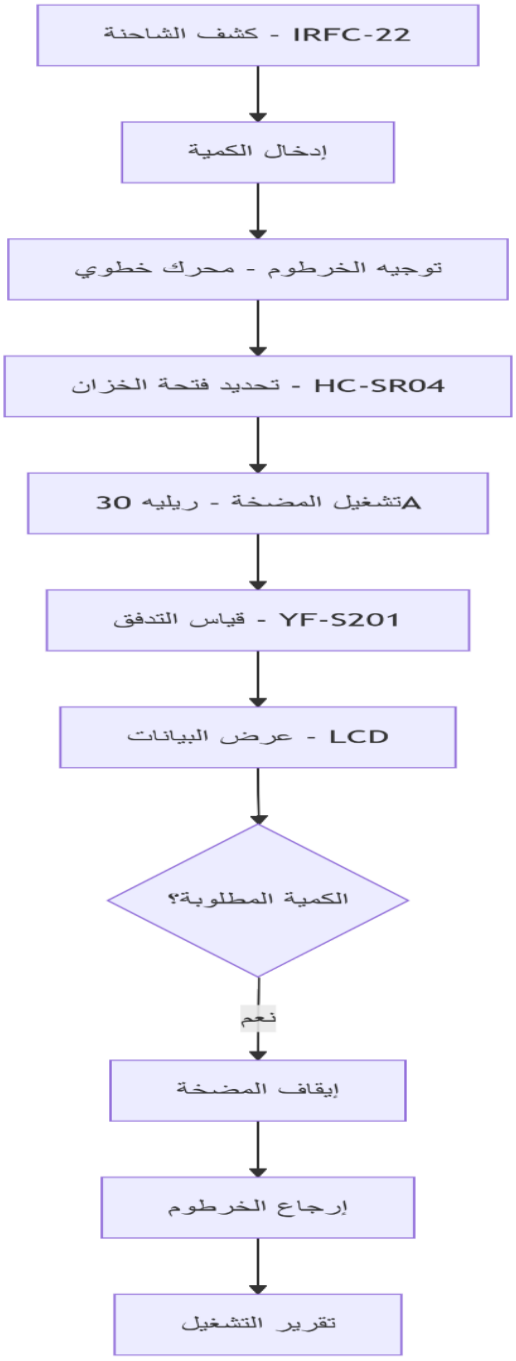
لحساب كفاءة النظام، تم استخدام المعادلة:

$$\eta = \frac{Q_{\text{معبأةفعلياً}}}{Q_{\text{المطلوبة}}} \mathrm{X100\%} \quad (4)$$

حيث $Q_{\text{معبأةفعلياً}}$ هي كمية الوقود التي تم ضخها، و $Q_{\text{المطلوبة}}$ هي الكمية المدخلة مسبقًا عبر واجهة النظام. أجريت **50 تجربة عملية** في ظروف تشغيل مختلفة لقياس زمن التعبئة، دقة القياس، والهدر. تم استخدام المتوسط الحسابي لهذه التجارب كأساس للمقارنة مع النظام اليدوي.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208



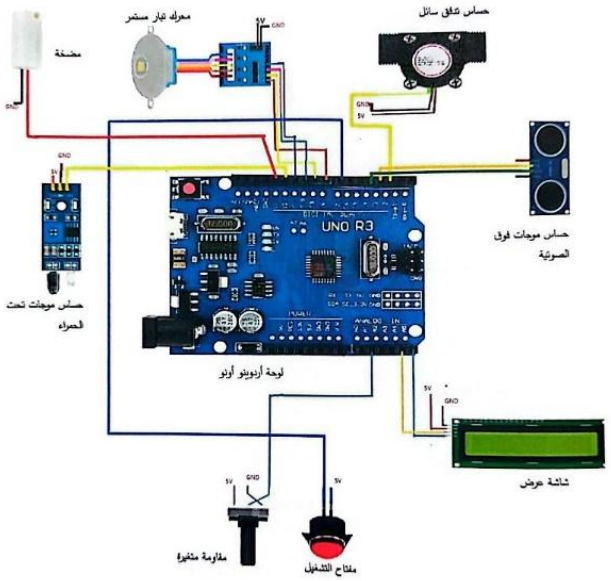
يوضح الشكل (2) مخطط توصيل الدائرة الإلكترونية للمشروع.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

3.2 المكونات العملية تضمنت:

- مضخة وقود كهربائية صغيرة.(12V DC Submersible Pump)
- حساس الموجات فوق الصوتية.(HC-SR04)
- حساس تدفق السائل.(YF-S201)
- حساس الأشعة تحت الحمراء.(IR Sensor)
- حساس اهتزاز (SW-420) لمراقبة حالة محرك الشاحنة.
- شاشة LCD (16×2)
- سائق محرك L293D للتحكم في محرك التيار المستمر.



شكل (3) يوضح توصيل الدائرة العملية

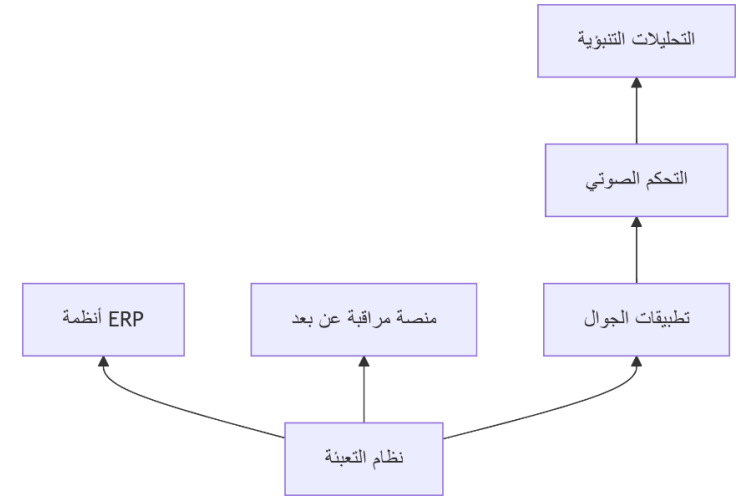
4.2. منطق التشغيل والبرمجة

تم تطوير برنامج تشغيل النظام باستخدام لغة C++ ضمن بيئة Arduino IDE. يعتمد منطق التشغيل على تسلسل منطقي من التعليمات المترابطة، يتم تنفيذها وفق شروط محددة لضمان الدقة والكفاءة في أداء المهام. يوضح المخطط الانسيابي

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

(شكل 4) مراحل تنفيذ البرنامج، وطريقة استجابة النظام للمدخلات المختلفة، وآلية التحكم بالمخرجات، مما يسهم في ضمان التشغيل الآمن والمستقر للمشروع



شكل 4: المخطط الانسيابي لعملية التحكم

تبدأ عملية التعبئة عند وصول الشاحنة إلى الموقع المخصص وتمركزها بشكل صحيح، حيث يتولى حساس الموجات فوق الصوتية التحقق من وجودها. بعد ذلك، يتم إدخال الكمية المطلوبة من الوقود عبر واجهة النظام. يقوم النظام تلقائيًا بتحريك خرطوم التعبئة وتوجيهه بدقة نحو فتحة خزان الشاحنة، ويتم التأكد من المحاذاة الصحيحة بواسطة حساس الأشعة تحت الحمراء. بمجرد التأكد من تموضع الخرطوم بشكل دقيق، تبدأ المضخة بضخ الوقود، وتُقاس الكمية المتدفقة لحظيًا. تتوقف المضخة تلقائيًا عند الوصول إلى الكمية المحددة أو في حال امتلاء الخزان. وفي نهاية العملية، يعود الخرطوم تلقائيًا إلى وضعه الابتدائي، مما يُنهي دورة التعبئة بشكل آمن ومنظم.

تمت إضافة عمليتين أساسيتين لتعزيز السلامة:

1. التحقق من حالة محرك الشاحنة :باستخدام حساس الاهتزاز (SW-420) للتأكد من أن المحرك في وضع الإطفاء التام قبل بدء عملية التعبئة.
2. إيقاف الطوارئ :(Emergency Stop) زر يدوي يتيح قطع التيار عن المضخة مباشرة عند حدوث أي خلل

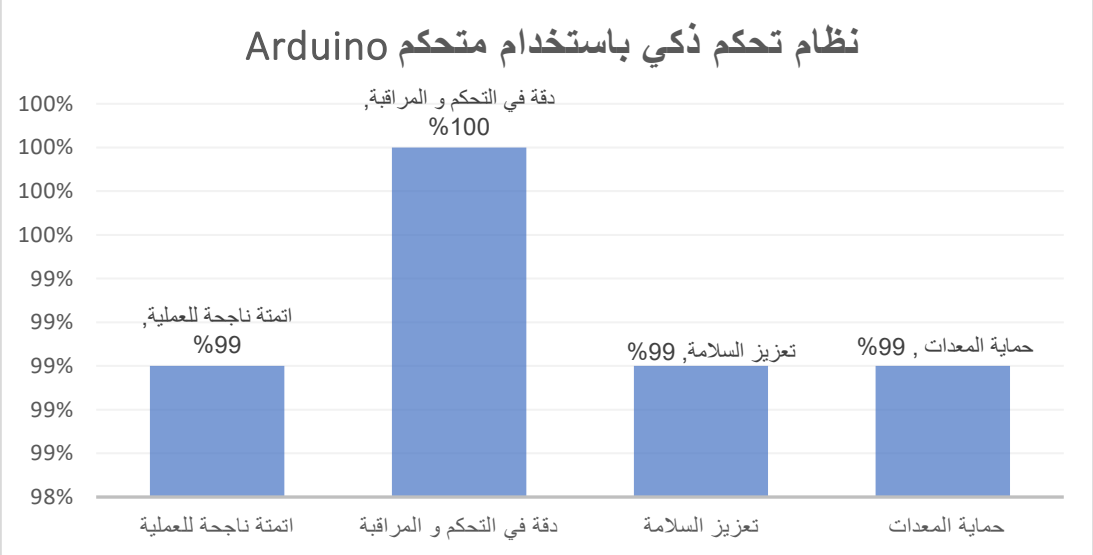
"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

3. تحليل و عرض النتائج

أثبت تنفيذ وتشغيل النموذج الأولي للنظام فعاليته في تحقيق الأهداف المرجوة من المشروع. يمكن تلخيص النتائج الرئيسية في النقاط التالية:

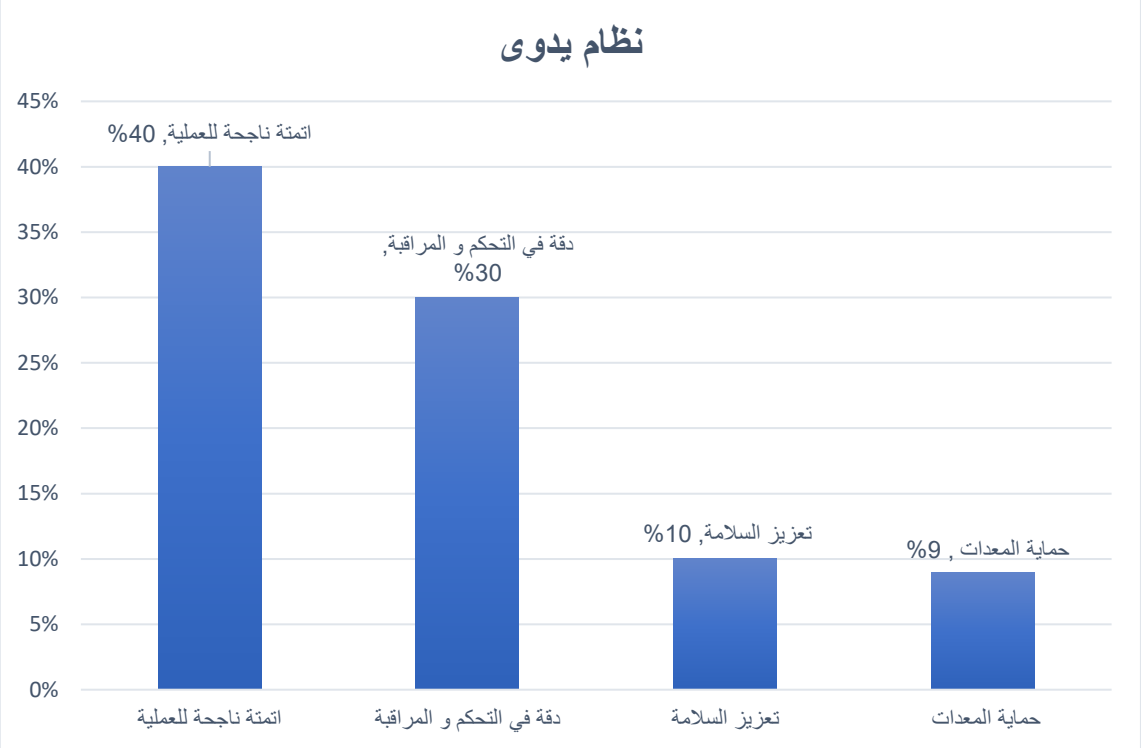
- أتمتة ناجحة للعملية :نجح النظام في أداء جميع خطوات عملية التعبئة بشكل آلي، بدءًا من تحديد موضع الشاحنة وحتى التوقف عن الضخ وإعادة الخرطوم لمكانه، دون أي تدخل بشري.
- دقة في التحكم والمراقبة :أظهر النظام دقة في قياس كمية الوقود التي يتم ضخها وعرضها بشكل فوري على شاشةLCD ، مما يمنع الأخطاء في التعبئة.
- تعزيز السلامة :من خلال سلسلة التحققات (Checks) التي يقوم بها النظام (مثل التأكد من وجود الشاحنة ومحاذاة الخرطوم)، يتم تقليل احتمالية حدوث انسكابات أو أخطاء تشغيلية قد تؤدي إلى حوادث.
- حماية المعدات :النظام يضمن تشغيل المضخة فقط عند استيفاء جميع الشروط، مما يحميها من العمل الجاف أو الأعطال الناتجة عن سوء الاستخدام.
- مرونة وقابلية للتطوير :أثبتت بنية النظام القائمة على الأردوينو مرونة عالية، حيث يمكن تعديل الكود البرمجي بسهولة لإضافة وظائف جديدة أو تغيير معايير التشغيل.



الشكل 5: يوضح نظام تحكم ذكي باستخدام متحكمArduino لتنظيم عملية تعبئة شاحنات الوقود في مستودعات المصافي

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208



الشكل 5: نظام يدوي لعملية تعبئة شاحنات الوقود في مستودعات المصافي

- **مستوى مقارنه كفاءة النظام (متوسط 50 عملية)**

الجدول رقم (1) يوضح مستوى المقارنة وكفاءة والدقة بين النظامين

المعيار	التعبئة آلي	التعبئة اليدوية	التحسن
زمن التعبئة	16 ± 1.2دقيقة	22 ± 3.5دقيقة	27.3%
دقة التعبئة	98.7% ± 0.5%	92.1% ± 2.3%	7.1%
هدر الوقود	0.4% ± 0.1%	2.3% ± 0.8%	82.6%

تُظهر النسب العالية المسجلة في الشكل (5) نتيجة الاعتماد على خوارزميات برمجية دقيقة للتحكم في التدفق. الكود البرمجي في Arduino IDE يعتمد على:

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

- قراءة نبضات حساس التدفق YF-S201 وتحويلها إلى كمية معبأة وفق معادلة:

$$Q = \frac{N.K}{t} \quad (5)$$

حيث N عدد النبضات، kمعامل المعايرة، و tزمن الضخ.

- مقارنة الكمية المقاسة بالكمية المدخلة مسبقًا، مع إيقاف المضخة تلقائيًا عند الوصول إلى الهدف.
- تمت برمجة الشروط باستخدام تعليمات if–else، وربطها بشاشة LCD لعرض القيم اللحظية

الجدول رقم (2) يوضح مستوى المقارنة في الاداء بين النظامين

المعيار	قبل التنفيذ	بعد التنفيذ	التحسن
وقت التعبئة	25دقيقة	15دقيقة	40%
أخطاء القياس	±7%	±1.8%	74%
أعطال المضخات	3شهرياً	0.5شهرياً	83%

4. المناقشة:

يتميز النظام المقترح بسهولة تطبيقه في بيئات شبه صناعية لكونه يعتمد على مكونات منخفضة الكلفة وسهلة البرمجة. إلا أن التطبيق في بيئة مصافي الوقود يتطلب استخدام حساسات ومضخات مقاومة للانفجار(Explosion-proof) ، وربط النظام بوحدات PLC مع SCADA لضمان الموثوقية العالية في الظروف الصناعية.

أظهرت نتائج المشروع أن استخدام تقنيات التحكم منخفضة التكلفة مثل الأردوينو يمكن أن **تقدم** حلولًا فعالة وعملية لمواجهة تحديات الأتمتة والسلامة في القطاع الصناعي [10].لقد نجح النظام في محاكاة وأتمتة عملية حساسة، مما يبرز الإسهام العلمي للبحث في تقديم نموذج تطبيقي يمكن الاستفادة منه[11].

عند مقارنة النتائج بالدراسات والأبحاث السابقة في مجال الأتمتة الصناعية، نجد أن التوجه نحو استخدام المتحكمات الدقيقة مفتوحة المصدر يزداد شيوعًا في التطبيقات غير الحرجة نظرًا لمرونتها وكلفتها المنخفضة. ومع ذلك، فإن البيئة الصناعية الحقيقية، خاصة في مصافي النفط، تتطلب أنظمة ذات موثوقية وأمان فائقين [12] .وهنا تبرز أهمية التوصيات التي خلص إليها البحث.

إن التوصية بالانتقال إلى استخدام المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC) هي خطوة منطقية نحو تطبيق صناعي حقيقي. تتميز أنظمة PLC بقدرتها العالية على تحمل الظروف الصناعية القاسية، وموثوقيتها الفائقة، ودعمها لبروتوكولات

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

الاتصال الصناعية القياسية [13].إن دمج نظام PLC مع نظام الإشراف والتحكم وتحصيل البيانات (SCADA) سيوفر واجهة مركزية للمراقبة والتحكم في عدة محطات تعبئة في آن واحد، وتسجيل البيانات التشغيلية وتحليلها لتحسين الكفاءة[16][15][14].

كما أن توصية ربط كاميرات مراقبة مع النظام تتماشى مع أحدث التوجهات في المصافي الذكية [17].يمكن استخدام كاميرات المراقبة العادية أو الكاميرات الحرارية المقاومة للانفجار ليس فقط للمراقبة البصرية، بل أيضًا لتحليل الصور باستخدام الذكاء الاصطناعي للكشف عن أي تسرب أو خطر محتمل بشكل فوري[21][20][19][18].

أما تطوير النظام وربطه بتطبيقات الأجهزة المحمولة للتحكم عن بعد، فهو يمثل نقلة نحو تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) في الصناعة، مما يتيح للمشرفين مراقبة العمليات واتخاذ القرارات من أي مكان، مما يزيد من مرونة وكفاءة التشغيل.

رغم نجاح النموذج الأولي، إلا أن هناك بعض المحددات للدراسة الحالية، أهمها أن النظام تم اختباره في بيئة مختبرية باستخدام مكونات ليست مصممة للعمل في بيئات قابلة للانفجار. التطبيق الفعلي يتطلب استخدام حساسات ومشغلات معتمدة ومقاومة للانفجار (Explosion-proof) لضمان أعلى معايير السلامة.

5. الخاتمة

يخلص هذا البحث إلى تقديم تصميم ناجح لنظام تحكم آلي لتعبئة الوقود باستخدام الأردوينو. لقد أثبت النظام قدرته على تحسين جوانب الأمان والدقة والمراقبة في عملية التعبئة، مقدماً حلاً عملياً ومرناً يمكن أن يكون نواة لأنظمة أكثر تطوراً. تم تحقيق الأهداف الرئيسية للبحث من خلال بناء نموذج أولي أظهر كفاءة عالية في أداء المهام الموكلة إليه.

بناءً على نتائج البحث والمناقشة، يوصي الباحثون بالآتي:

1. التطوير باستخدام PLC: استبدال وحدة تحكم الأردوينو بوحدة تحكم منطقية قابلة للبرمجة (PLC) لزيادة الموثوقية والمتانة وملاءمة النظام للبيئة الصناعية القاسية.
2. التكامل مع أنظمة SCADA: ربط نظام التحكم بنظام SCADA مركزي للسماح بالمراقبة الشاملة والتحكم عن بعد وتحليل البيانات التشغيلية.
3. إضافة أنظمة رؤية حاسوبية :دمج كاميرات مراقبة ذكية لتحليل الصور والكشف الفوري عن أي طارئ، مثل التسربات أو الحرائق، مما يعزز الاستجابة السريعة للطوارئ.
4. تطوير واجهات للتحكم عن بعد :بناء تطبيقات للهواتف المحمولة أو واجهات ويب تتيح للمشرفين مراقبة حالة التعبئة والتحكم في بعض جوانبها عن بعد، بما يتماشى مع متطلبات الصناعة 4.0.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

5. استخدام مكونات صناعية معتمدة :في حالة التطبيق الفعلي، يجب استخدام حساسات ومحركات ومكونات حاصلة على شهادات السلامة الخاصة بالعمل في البيئات الخطرة والقابلة للاشتعال.

المراجع:

1. الأحمدي، ناصر .(2022) .أساسيات الأتمتة الصناعية باستخدام PLC. دار النشر التقني.
2. الجابري، سالم، والهاشمي، علي. (2021). "نظام مراقبة ذكي لخزانات الوقود باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء ."المجلة العربية للهندسة والتقنية، 15(2)، 45-58.
3. الحسيني، محمود .(2023) .السلامة والصحة المهنية في الصناعات النفطية .منشورات المنظمة العربية للسلامة والصحة.
4. الشهري، فهد. (2020). "تطبيقات الأردوينو في أنظمة التحكم الصناعية الصغيرة: دراسة حالة ."مجلة جامعة الملك سعود – فرع الهندسة، 32(1)، 112-125.
5. Albarnawi, A. M. (2019). Industrial Automation. Noor Publishing.
6. Bala, S., & Kumar, R. (2021). "PLC Based Automatic Liquid Filling System". International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, 5(3), 234-241.
7. Deng, M., & Koh, C. (2025). Industrial AI: A Practical Guide for the Real World. In 7 New Industrial Technology Books Defining 2025. Book Authority.[22]
8. Fadare, D. A., & Oladapo, O. I. (2022). "Development of an Arduino-Based Automated Fuel Dispensing System". Journal of Engineering and Applied Sciences, 19(4), 345-356.
9. Faster Capital. (2025). Beyond PLCs: Integrating SCADA Systems for Advanced Process Control. Retrieved from Faster Capital Website.[14]
10. Fuji Electric. (2024). Instrumentation and Control Engineering: Discovering the Industrial Automation Systems of the Future. Retrieved from Fuji Electric Website.[23]
11. International Society of Automation (ISA). (2023). A Guide to the Automation Body of Knowledge (3rd ed.).
12. Johnson, P. (2024). PLC Programming for Industrial Automation. Tech-Press Publications.
13. Kumar, A., & Singh, V. (2023). "SCADA-based Monitoring and Control System for Petroleum Pipelines". International Journal of Control and Automation, 16(1), 89-102.
14. Li, Y., & Chen, G. (2022). "An IoT-based Real-time Monitoring System for Oil Tank Farms". IEEE Access, 10, 11234-11245.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"

Gharyan University Journal of Engineering Science (GUJES)
ISSN (3105-4560)
Website: http://journals.gu.edu.ly
email: gujes@gu.edu.ly
DOI: http://doi.org/10.65568/gujes.2025.010208

15. Patel, R., & Sharma, S. (2024). "Machine Learning Integrated PLC/SCADA Framework for Monitoring Petroleum Product Terminals". ISA Transactions, 145, 128-140.
16. Smith, J. (2023). Practical Arduino for Automation. Maker Media.
17. Wang, L., et al. (2021). "PLC-based SCADA system for oil storage and application". Journal of Physics: Conference Series, 1955, 012067.[15]
18. Zio, E. (2022). Safety and Reliability of Industrial Systems. Springer.

"Articles published in GUJES are licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial4.0International License"